

〔一般演題〕

全身麻酔時の人工呼吸器設定と患者吸気量の比較検討

上 野 慎 也* 岡 田 啓 治* 仮 屋 敏 郎**
高 橋 俊 一* 高 橋 敬 蔵*

はじめに

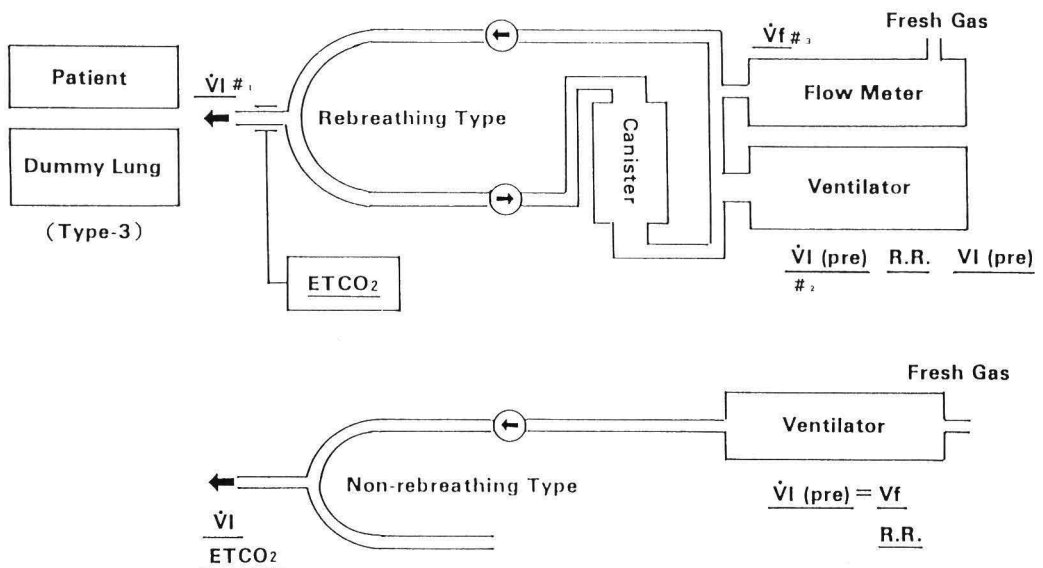
われわれは全身麻酔下で適正換気を維持するために、種々のタイプの麻酔用ベンチレータを使用しているが、麻酔中の fresh gas 流量の増減により、実際にはベンチレータに設定された分時吸気量が実測の分時吸気量と異なる値を示すことが多く、ベンチレータのダイヤル、ならびにベローズの目盛りだけで正確な換気量の設定を行うことは困難である。したがって、このような fresh gas 流量の増減によって低換気や過換気を招く危険性が十分に考えられる。そこで今回、われわれは種々のベンチレータを用いて設定吸気量と実測の吸

気量ならびに動脈血中 PaCO_2 、呼気終末 CO_2 を測定し、おのおの比較検討した。

研究方法

実験の対象となった麻酔器を人工呼吸器の特性によって分類し、electrical generator type (EGT) 1 機種、pneumatical generator type (PGT) 2 機種、non-rebreathing type 1 機種を用いた。

実験で使用した回路は、rebreathing type (EGT および PGT を含む) と non-rebreathing type であった (Fig. 1)。また、Flow Meter での 1 分間あたりの Fresh Gas Flow を \dot{V}_f 、Ven-



#₁ \dot{V}_I : 分時吸気量 #₂ $\dot{V}_I(\text{pre})$: ベンチレータの設定分時吸気量 #₃ \dot{V}_f : 新鮮ガス流量

Fig. 1 麻酔器に接続した人工呼吸器の回路

* 聖マリアンナ医科大学麻酔科

** 富崎医科大学第二外科

tilator で設定された分時吸気量を $\dot{V}I(\text{Pre})$ とし、患者ならびに Dummy Lung (イガラシ社製；人工呼吸練習器：Type-3) へ、実際に吸入される分時吸気量 ($\dot{V}I$) をスパイロメーター (シチズン RM-311) にて測定した。さらに、electrical generator type と pneumatical generator type のベンチレータの中で、代表的な機種を用いて臨床実験を行い、動脈血中の PaCO_2 と呼気終末 CO_2 モニター (HEWLETPACKARD 社 47210 A: CAPNOMETER) を用いて呼気終末 CO_2 を測定した。ちなみに、患者の1回換気量と呼吸回数は、体重をもとにラドフォードのノモグラムによって求め、予測 PaCO_2 を 35 mmHg~40 mmHg とした。

対象は、ASA 分類で1~2の2時間以上の待機的手術例で、術前に呼吸器疾患、代謝性疾患などを合併していない成人症例で、いずれの症例も術前の呼吸機能検査で異常を認めなかった。

麻酔方法は全例、サイアミラール 5 mg/kg、サクシニールコリン 1 mg/kg にて気管内挿管を行い。維持は、笑気-酸素-エンフルレン、またはハロセンの調節呼吸にて行った。また症例によって

は、術中の自発呼吸を抑えるために筋弛緩薬としてパンクロニウムを使用したものもあった。

結果および考察

Dummy Lung を用いた実験では、吸気量 ($\dot{V}I$) はベンチレータの設定量、 $[\dot{V}I(\text{pre})]$ 新鮮ガス流量 ($\dot{V}f$) と高い相関を示した。つまり、electrical generator type での $\dot{V}I$ は、 $\dot{V}I(\text{pre})$ より常に高い値を示したが、pneumatical generator type では $\dot{V}f$ が 6 L/min 以下では $\dot{V}I$ は $\dot{V}I(\text{pre})$ よりも低く、9 L/min 以上で高い $\dot{V}I$ を示した。non-rebreathing type での $\dot{V}I$ はわずかに低下していた (Fig. 2)。また、臨床実験でも実測の PaCO_2 は、electrical generator type (A) では 3 L/min 以上の $\dot{V}f$ では予測 PaCO_2 より常に低い値を示したが、pneumatical generator type では 6.0 L/min 以下の $\dot{V}f$ で、ほとんどの症例において実測の PaCO_2 は予測 PaCO_2 より高値を示した。このことは、Dummy Lung で得られた $\dot{V}I$ と $\dot{V}I(\text{pre})$ の相関関係と一致した。また、呼気終末 CO_2 は動脈血中の PaCO_2 と比較して、やや低値を示したが全般的には良い相関を示していた。

Table 1 Clinical cases of the serie

Case	Age	Sex	H/BW	Diagnosis	Procedure	ASA
A1	16	M	172/68	左大腿骨骨折	観血的整復術	1
2	42	F	156/43	右乳房腫瘍	定型的乳房切断術	2
3	26	F	158/45	左下腿熱傷	植皮術	2
4	58	M	170/69	耳下腺腫瘍	腫瘍摘出術	1
B1	17	M	175/60	左腕神経叢麻痺	肋間神経移行術	2
2	45	F	154/44	左乳房腫瘍切除術後瘢痕拘縮	腹直筋皮弁による再建術	1
3	34	F	155/46	腸間膜脂肪肉腫	腫瘍摘出術	2
4	61	F	149/41	前頭前額部皮膚欠損	遊離腹直筋皮弁	2

Table 2 Multiple Regression Formula with $\dot{V}I$, $\dot{V}I(\text{pre})$ and $\dot{V}f$

Respirator	Regression Formula	Correlation (r)
A	$\dot{V}I=1.035\dot{V}I(\text{pre})+0.335\dot{V}f-0.213$	0.999
B	$\dot{V}I=0.933\dot{V}I(\text{pre})+0.279\dot{V}f-1.832$	0.997
C*	$\dot{V}I=0.857\dot{V}I(\text{pre})+0.262$	0.998
D*	$\dot{V}I=0.849\dot{V}I(\text{pre})+0.252$	0.999

* $\dot{V}I=\dot{V}f$ in non-rebreathing mode

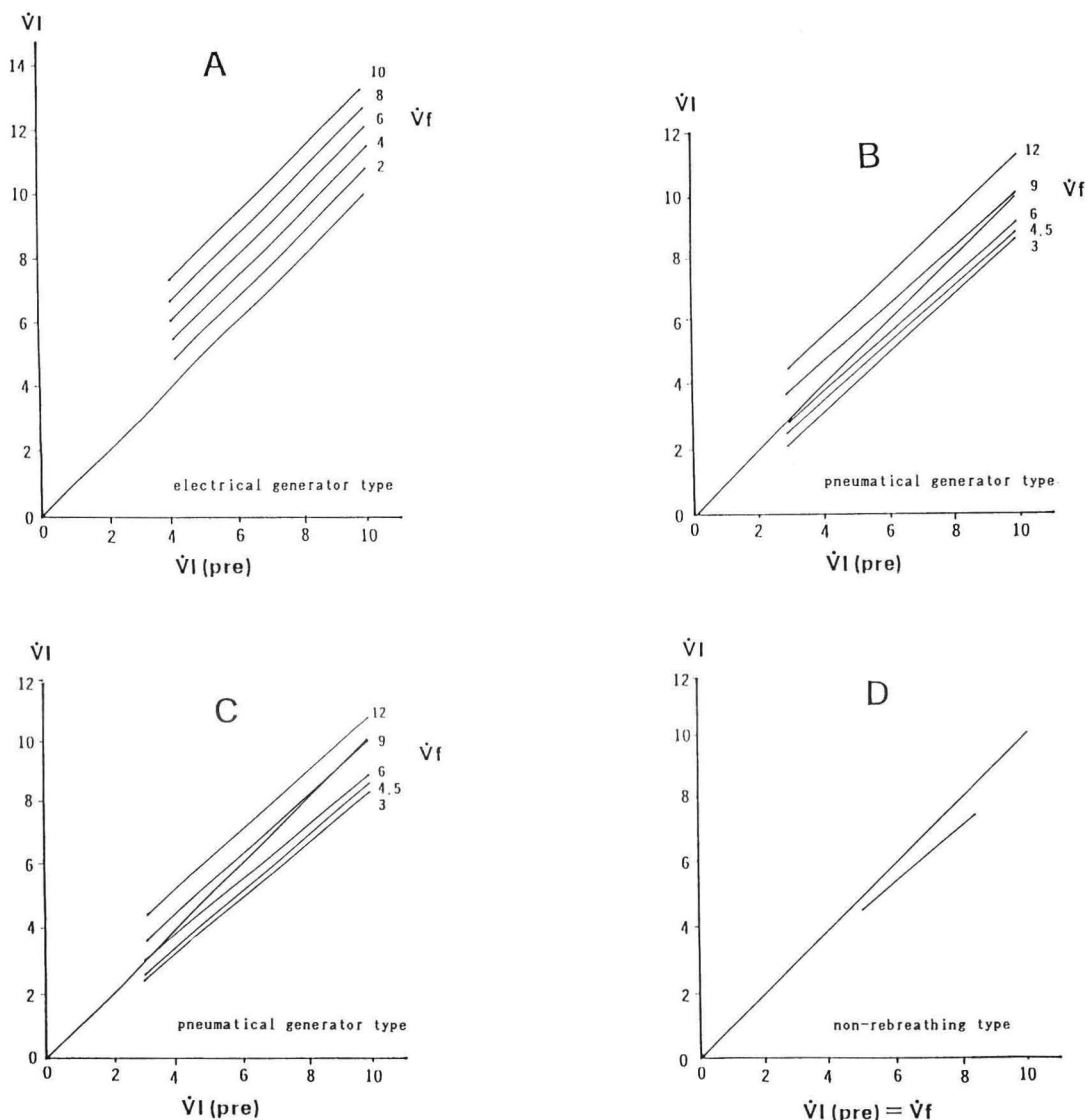


Fig. 2 Changes of $\dot{V}I$ induced with $\dot{V}I(\text{pre})$ and $\dot{V}f$ on Anesthesia Machine used with Dummy Lung. (l/min)

今回、使用した EVA-900 (アイカ社製) のように electrical generator type のベンチレータではベンチレータの送気に fresh gas の流入が加わり、新鮮ガス流量の増減にかかわらず実測の吸気量は高値となると言われているが¹⁾²⁾、pneumatal generator type (bellow in box) のベンチレータでは、その機構上、新鮮ガス流量の低下に伴って実測の吸気量も減少し低換気となる。その結果、 PaCO_2 ならびに呼気終末 CO_2 の増加を生じ

る。

結 語

以上要するに、麻酔中にベンチレータを使用する際には、ベンチレータのペローズの目盛りや、ダイヤルのみを頼って換気量を設定するのではなく、スパイロメーターなどによる正確な換気量の測定³⁾や呼気終末 CO_2 濃度をモニターするなどの配慮が必要と思われる⁴⁾⁵⁾。

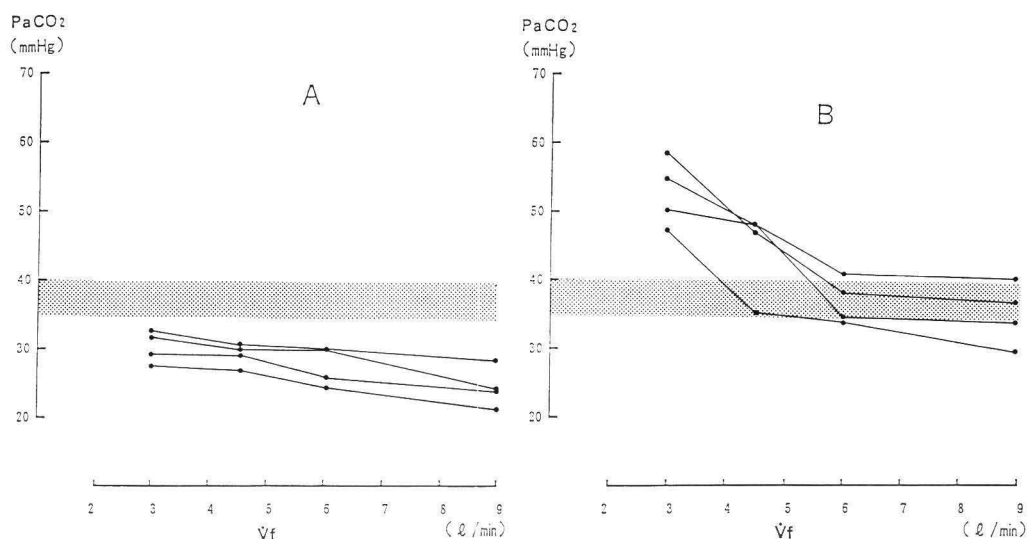


Fig. 3 Changes of Actual PaCO_2 Induced with \dot{V}_f in Clinical Cases

文 献

- 1) 小林佳郎, 重松俊之, 安田誠一, 日山敦子: 麻酔用ベンチレータの換気設定に関する検討. 臨床麻酔 12 (6): 720, 1988
- 2) 長野政雄, 津崎晃一: 最新麻酔学. 医学教育出版社, 東京, 1986, pp 96-97
- 3) 吉成道夫: 呼吸系モニターリングの Pitfall. ICU と CCU 11 (8): 735-742, 1987
- 4) 高須伸克, 前之園晃幸, 鈴木幸一郎ほか: ICU と CCU 11 (11): 1033-1040, 1987
- 5) Dripps RD: Introduction to anesthesia (6th ed.). W.B Saunders Company, Philadelphia, 1982, pp 86-87